

ベンゼン濃度の最近の傾向

Recent Trend of Benzene Concentration

宮 本 潤

MIYAMOTO, Jun

最近、光化学オキシダント (Ox) の濃度が徐々に増加し、注意報 (0.06ppm 以上) が発令される日が多くなっている。その原因は、非メタン炭化水素 (NMHC) 中の揮発性有機化合物 (VOC) であるとみなされている。VOC の中で、4 物質 (ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンおよびジクロロメタン) には環境基準が設定されている。4 物質の中で、環境基準を唯一超えているベンゼンに関する1998年から2005年までの濃度データを、時系列分析の手法を用いて解析した。

1. 緒 言

光化学オキシダント (以下、Oxと記す) が生成する原因物質は主として非メタン炭化水素 (Non-Methane Hydrocarbon以下、NMHCと略記す) および二酸化窒素 (NO₂) である。NMHCとNO₂が太陽光線 (紫外線) の照射を受け、光化学反応群が起きることによりOxは生成する。

NMHCの濃度は近年減少傾向にある^{1, 2, 4)}。NO₂の濃度は近年ほとんど変化していない^{1, 2, 5)}

しかし、Oxの濃度は最近増加する傾向にある^{1, 2, 3)}。この原因は、揮発性有機化合物 (ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンジ、クロロメタン等 以下、VOCと記す) にあるとみなされている。とくに、ベンゼンが主要な原因物質であるとみなされている。VOCの中で、ベンゼンは環境基準を超過しているが、トリクロロエチレン、テ

トラクロロエチレンジ、クロロメタンベンゼンは環境基準を満たしている。

本研究では、1998年度から2005年度までのベンゼンの濃度について、検証した結果について報告する。

2. データの解析方法

2.1 時系列分析

各物質の濃度の年平均値を変数Cで表す。1998年度、1999年度、2000年度、2001年度、2002年度、2003年度、2004年度、2005年度のベンゼンの年平均濃度をC₁、C₂、C₃、C₄、C₅、C₆、C₇とする。

年度を変数tで表す。1998年度、1999年度、2000年度、2001年度、2002年度、2003年度、2004年度、2005年度をt₁、t₂、t₃、t₄、t₅、t₆、t₇とする。

C (従属変数) を t (独立変数) とみなし、7組の時系列データ (C₁, t₁)、(C₂, t₂)、(C₃, t₃)、(C₄, t₄)、(C₅, t₅)、(C₆, t₆)、

キーワード：ベンゼン、光化学オキシダント、環境基準

Key words : Benzene, Photochemical Oxidant, Environmental Standard

(C_7, t_7) から最小二乗法により、次の一次式を求めた。

$$C = a t + b \quad \text{式 1}$$

式 1 において、係数 a は 7 年間（1998 年度から 2005 年度まで）のベンゼンの増加率あるいは減少率を意味する。 a が正の場合はベンゼン濃度が増加している事を意味する。逆に、 a が負の場合はベンゼン濃度が減少している事を意味する。

本研究においては、ベンゼンに係わる時系列分析を行い、式(1)に示す時系列直線を求めた。

2.2 対象物質

環境基準が設定されている VOC の中で、Ox 濃度増加の原因として最も重要視されているベンゼンに関するデータを解析の対象とした。

2.3 使用データ^{1,2)}

原因物質であるベンゼンおよび NO_2 、ならびに生成物質である Ox の濃度として、大気汚染法令研究会編ぎょうせい刊に記載されている「日本の大気汚染状況（1998～2006）」に公表されているデータを使用した。

ベンゼンに関するデータ（一般環境、発生源周辺および沿道）を統計学的に分析した。

3. 分析方法⁶⁾

原因物質（ベンゼンと NO_2 ）および生成物質（Ox）の測定方法は、下記の通りである。

3.1 ベンゼン

キャニスターもしくは捕集管により採取した試料を、ガスクロマトグラフ質量分析計により測定した。

3.2 NO_2

NO_2 の分析方法は、次の通りである。

- 1) 化学発光法
- 2) 吸光光度法

3.3 生成物質（Ox）の測定方法

Ox の分析方法は、次の通りである。

- 1) 中性よう化カリウムを用いる吸光光度計、もしくは電量法
- 2) 紫外線吸収法、またはエチレンを用いる化学発光法

4. 環境基準 Ox ならびにベンゼンの環境基準は、次の通りである。

4.1 Ox の環境基準

1 時間値が 0.06 ppm 以下であること

4.2 ベンゼンの環境基準

年平均濃度が 0.003 mg/m³ 以下であること

5. 結 果

5.1 一般環境の場合

1998 年から 2005 年まで（7 年間）の一般環境におけるベンゼン濃度（平均値、最小値および最大値）の時間変化を図 1 に示す。

図 1 より、一般環境におけるベンゼン濃度の時系列直線は、次の通りである。

$$1) \text{ 平均値 } y = -0.25 t + 3.23 \quad \text{式 2}$$

$$2) \text{ 最小値 } y = -0.26 t + 0.13 \quad \text{式 3}$$

$$3) \text{ 最大値 } y = -0.74 t + 8.63 \quad \text{式 4}$$

7 年間の年平均値の平均値は、1.93 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) である。

9 年間の年平均値の最大値と最小値の範囲は、4.05 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) である。

ベンゼン濃度の最近の傾向

5.2 発生源周辺の場合

1998年から2005年までの発生源周辺における、ベンゼン濃度の時間変化を図2に示す。

図2より、発生源周辺におけるベンゼン濃度の時系列直線は、次の通りである。

1) 平均値 $y = -0.20 t + 3.26$ 式5

2) 最小値 $y = 1.00 t + 1.63$ 式6

3) 最大値 $y = -0.07 t + 11.32$ 式7

7年間の年平均値の平均値は、2.26 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) である。

7年間の年平均値の最大値と最小値の範囲は、4.90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) である。

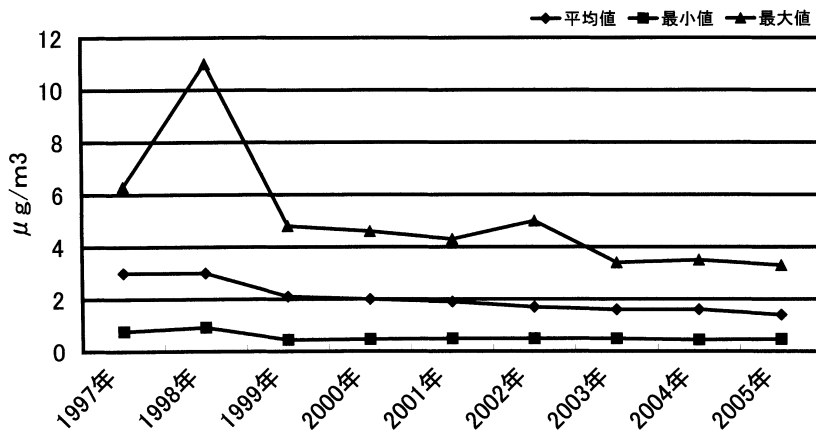


図1 年平均濃度の時間変化（一般環境）

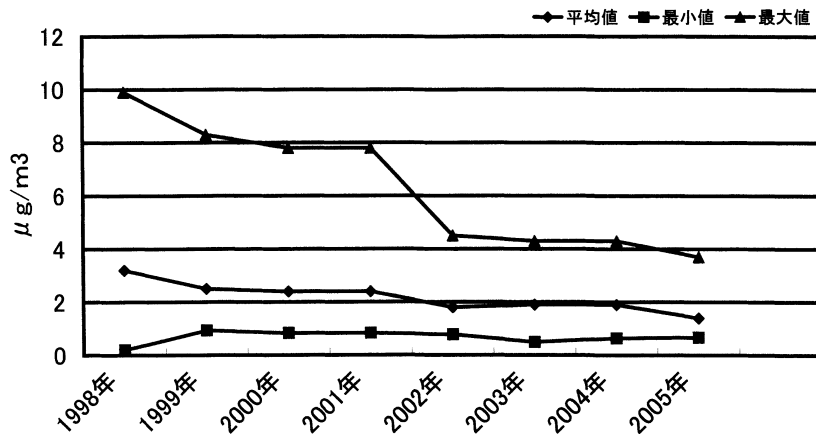


図2 年平均濃度の時間変化（発生源周辺）

5.3 沿道の場合

1998年から2005年までの沿道におけるベンゼン濃度の時間変化を図3に示す。

図3より、沿道におけるベンゼン濃度の時系列直線は、次の通りである。

1) 平均値 $y = -0.35 t + 4.78$ 式8

2) 最小値 $y = -0.19 t + 2.11$ 式9

3) 最大値 $y = -0.70 t + 9.58$ 式10

7年間の年平均値の平均値は、3.06 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) である。

7年間の年平均値の最大値と最小値の範囲は、5.62 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) である。

5.4 全体

1998年から2005年までの全体におけるベンゼン濃度の時間変化を図4に示す。

図4より、全体的なベンゼン濃度の時系列直線は、次の通りである。

1) 平均値 $y = -0.23 t + 3.56$ 式11

2) 最小値 $y = 0.52 t + 0.35$ 式12

3) 最大値 $y = -0.55 t + 8.79$ 式13

7年間の年平均値の平均値は、2.42 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) である。

7年間の年平均値の最大値と最小値の範囲は、($\mu\text{g}/\text{m}^3$) である。

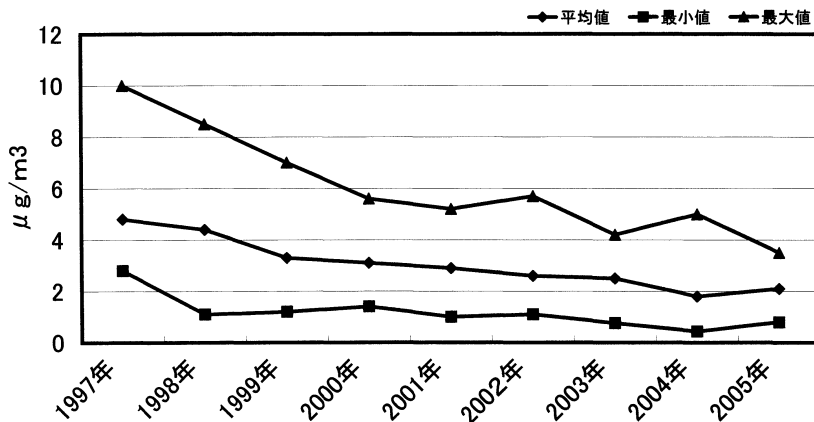


図3 年平均濃度の時間変化（沿道）

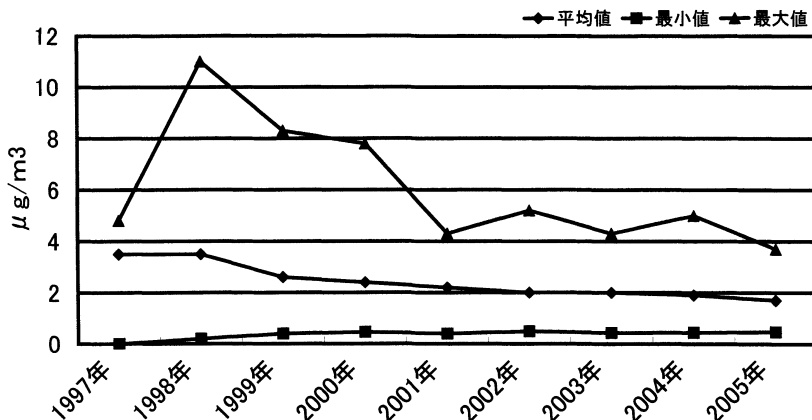


図4 年平均濃度の時間変化（全体）

7. 結 言

Ox濃度は、その原因物質であるNMHC濃度が減少し、NO₂濃度がほとんど変化していないにもかかわらず、近年増加する傾向にある。その原因は、VOC（とくに、ベンゼン）のためであるとみなされている。

本報告では、1998年から2005年までのベンゼン濃度データを時系列分析により、解析した。

本研究の結果、ベンゼン濃度について次の知見を得た。

- 1) 9年間の一般環境におけるベンゼン濃度の変化は、 $-0.26 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ であった。
- 2) 9年間の発生源周辺濃度におけるベンゼン濃度の変化は、 $-0.20 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ であった。
- 3) 9年間の沿道におけるベンゼン濃度の変化は、 $-0.35 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ であった。
- 4) 9年間の全体のベンゼン濃度の変化は、 $-0.23 (\mu\text{g}/\text{m}^3)$ であった。

以上から、近年のOx濃度の増加は、ベンゼンによるものではないことを明らかにした。

中京学院大学研究紀要、4巻2号、pp. 19~26

- 5) 宮本 潤、1993、日本の都市における二酸化窒素濃度データの時系列分析、環境技術研究協会、22巻4号、pp. 47~52
- 6) 日本規格協会、2005、JISハンドブック 環境測定 I 大気・騒音・振動、日本規格協会、東京
- 7) 若松伸司、2000、光化学オキシダントの生成機構と濃度トレンド、増え続ける光化学オキシダント—その原因と対策、大気環境学会特別講演会資料、pp. 9~13

引用文献

- 1) 環境省、2000~2005、大気汚染法令研究会、日本の大気汚染状況、ぎょうせい、東京
- 2) 環境省、2000~2005、総合環境政策局環境計画課、環境白書、ぎょうせい、東京
- 3) 宮本 潤、1996、光化学オキシダントの移動平均法を用いた解析：日本の都市域における1985年度から1993年度までの年平均値の傾向変動、環境と測定技術、23巻10号、pp. 15~21
- 4) 宮本 潤、1997、移動平均法による非メタン炭化水素濃度データの解析：日本の都市域における1985年度から1994年度までの年平均値の傾向変動、